19
Lane Medical Library

Aus dem Veterinäruntersuchungsamt des Schlacht- und Viehhofes
der Stadt Bochum
Direktor: Dr. Rogge

Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration im Kühlhausfleisch

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Würde eines doctor medicinae veterinariae
der
veterinär-medizinischen Fakultät
der
Hessischen Ludwigs-Universität zu Gießen

vorgelegt von
Albert Reuber
Tierarzt
aus Bochum-Langendreer

1937

Druck: Heinrich Pöppinghaus o. H.-G., Bochum-Langendreer.

Gedruckt mit Genehmigung der veterinär-medizinischen Fakultät zu Gießen.

Referent: Prof. Dr. Standfuß.

INHALTS-VERZEICHNIS.

A. Schrifttum

I. Die postmortalen Veränderungen des Fleisches . 1

II. Verfahren zur Feststellung postmortaler Veränderungen

a) Verfahren ohne Säuregradbestimmung . . 3

b) Verfahren mit Säuregradbestimmung . . . 4

III. Die Wasserstoffionenkonzentration

a) in der Muskulatur gesunder Tiere . . . 7

b) in der Muskulatur kranker und notgeschlachteter Tiere 9

c) in tierischen Organen 11

d) in sonstigen von Tieren stammenden Lebensmitteln 12

IV. Die Wasserstoffionenkonzentration bei niedrigen Temperaturen 13

B. Eigene Versuche 15

C. Auswertung der Versuche 24

D. Schlußfolgerungen 27

E. Schrifttumsverzeichnis 28

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154009_0280

A. Schrifttum.

I. Die postmortalen Veränderungen des Fleisches.

Nach dem Tode des tierischen Organismus ist nicht jeglicher Stoffwechselvorgang plötzlich unterbunden, sondern die intrazellulären Enzyme, die den inneren Stoffwechsel mit den verschiedenen Organfunktionen bewirken, sind auch weiterhin tätig. Sie bewerkstelligen nun den Abbau des Organismus, der mit Totenstarre und Reifung beginnt und mit der allgemeinen Fäulnis und Zersetzung endet.

Der Abbau ist — wenigstens anfänglich — qualitativ von dem physiologischen Abbau nicht verschieden (Frei und Amherdt (10)).

Makarytscheff (23) sagt, daß der Fleischreifungsprozeß ein Gemisch biochemischer Vorgänge darstellt, die nach der Art autokatalytischer Vorgänge verlaufen. Er teilt den Reifungsprozeß in 2 Phasen ein: die oxydierende und die autolytische. Die oxydierende Phase ist gekennzeichnet durch das unaufhörliche Anwachsen von Milchsäure. In der autolytischen Phase überwiegen die Prozesse der Eiweiß-Hydrolyse und Kohlenstoffhydrolyse in ihren einfachsten Verbindungen. Die erste Phase ist im Laufe von 24—30 Stunden nach der Schlachtung beendet, während die andere unter günstigen Aufbewahrungsbedingungen des Fleisches sehr lange anhalten kann.

Die Reifung des Fleisches, von anderen Autoren auch Autolyse (Jakoby, Frei und Amherdt) und Autodigestion (Salkowski) sowie physiologische Destruktion (Glage) genannt, ist nach Bongert (4) ein enzymatischer Prozeß. Die von den Gewebszellen gebildeten Enzyme wirken auch nach dem Tode der Gewebe weiter spaltend. Die Reifung verläuft ohne Mitwirkung von Bakterien. Sie tritt ein nach Lösung der Totenstarre. Die Totenstarre, d. h. die postmortale Muskelstarre ist wesensgleich der physiologischen, intravitalen Muskelkontraktion, die durch Quellung der Muskelkolloide entsteht; ihre Ursache ist die postmortale Zunahme der Milchsäure. Säuren wirken durch Erhöhung der Wasserstoffionenkonzentration quellungsbegünstigend. Die Fleischmilchsäure entsteht auf enzy-

matischem Wege aus dem Muskelzucker und dem Glykogen. Sie kann auch nach dem Tode aus der Aminoproprionsäure, dem Alanin, durch Hydrolyse entstehen. Der Gehalt an Fleisch-Milchsäure nimmt nach dem Tode schnell zu, erreicht mit der Fleischreifung das Maximum und sinkt dann wieder ab. Die Totenstarre wird durch Entquellung der Muskelkolloide wieder gelöst, und zwar durch Aufhebung der Wirkung der Milchsäure. Es entstehen Neutralsalze der Milchsäure und Phosphorsäure, die eine Änderung der Ionenkonzentration bewirken. Auch der höhere Saftgehalt des Fleisches nach Lösung der Totenstarre erklärt das Wesen dieses Vorganges durch Entquellung. Die Reifung des Fleisches steht also in ursächlicher Verbindung mit der Lösung der Starre.

Das Fleisch frisch geschlachteter Tiere und auch noch zur Zeit der Totenstarre ist derb, zäh und saftarm, schmeckt fade und ist schwer zu kauen. Nach 8—14 Tagen, währenddessen es im Kühlhaus in großen Stücken aufbewahrt wurde, wird es weich, zart und saftig und erhält einen angenehmen, aromatisch-säuerlichen Geschmack. Die chemische Reaktion des Fleisches im frischen, noch lebenswarmen Zustand ist alkalisch, manchmal amphoter und geht mit beginnender Totenstarre in eine saure über. Unter normalen Verhältnissen bezüglich Feuchtigkeit und Temperatur tritt diese saure Reaktion innerhalb 3—6 Stunden nach der Schlachtung durch Bildung von Milchsäure, Phosphorsäure, niedrig molekulären Fettsäuren und phosphorsaurem Kali ein.

Wenn die Fleischreifung beendet und die stärkste Säuerung erreicht ist, tritt allmählich, je nach Einwirkung der verschiedenen äußeren Einflüsse die Fäulnis ein. Unter Fäulnis verstand man früher eine rasche Zersetzung von Eiweiß unter Zerfall in Detritus und unter Bildung gasförmiger übelriechender Produkte. Heute weiß man, daß die Fäulnis eine Zersetzung aller Komponente der tierischen Nahrungsmittel, Eiweiß, Lipoide, Fette und Kohlenhydrate durch Bakterien ist. Dabei werden nach von Ostertag (27) hauptsächlich folgende Stoffe gebildet:

1. Gase (CO_2, CH_4, H_2, N_2; NH_3, H_2S),
2. Fettsäuren (Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Palmitinsäure, Kapronsäure),
3. Oxy- und mehrbasische Säuren (Milchsäure, Bernsteinsäure und Oxalsäure),
4. verschiedene andere Stoffe, Amine, Aminosäure, Amide, Amidosäuren, Leuzin, Tyrosin, aromatische Säuren, Indol, Skatol, Pepton, Ptomaine und Toxine.

Der Verlauf der Fäulnis wechselt je nach der Art der beteiligten Bakterien und nach der An- und Abwesenheit von Sauerstoff. Auch je höher Temperatur und Luftfeuchtigkeitsgehalt, desto schnelleres Wachstum der Zersetzungskeime.

Nach Bongert (4) ist Fäulnis in Fleisch einwandfrei als festgestellt zu betrachten, wenn durch die Fäulniserreger grobsinnlich wahrnehmbare physikalische und chemische Veränderungen der faulfähigen Substanz verursacht sind. Die Anzeichen der Fleischfäulnis sind jedoch nicht immer ausgeprägt; die auffälligen Veränderungen der Farbe, ein Übergang der roten Fleischfarbe in ein schmutziges Grau oder Grün sowie Änderung der sauren Reaktion des normal gereiften Fleisches in alkalische ist durchaus nicht immer vorhanden. Auch Veränderungen in der Konsistenz machen sich in der Regel nur in den höheren Graden der Fäulnis durch Schmierig- und Weicherwerden bemerkbar. Ist der Verdacht des Vorliegens einer fauligen Zersetzung durch grobsinnliche Untersuchung, besonders durch den Geruch, erweckt, dann ist der Nachweis der Fäulnis durch eine mikroskopische, bakteriologische und chemische Untersuchung zu erbringen.

II. Verfahren zur Feststellung postmortaler Veränderungen.

a. Verfahren ohne Säuregradbestimmung.

Die Fäulnisuntersuchungsmethoden sind mannigfaltig an Zahl und Art. Im folgenden sind die bekanntesten aufgezählt.

Die Eber'sche Probe, die darauf beruht, daß freies Ammoniak mit freier Salzsäure zusammengebracht, grauweiße Chlor-Ammoniumnebel bildet, da nach Ebers Meinung freies Ammoniak bei Fäulnis stets vorkommt.

Die Schwefelwasserstoffprobe mit Bleiazetatpapier, wodurch H_2S in faulem Fleisch nachgewiesen werden soll.

Die Peroxydaseprobe nach Andrjewski wird ausgeführt mit Muskelwasserextrakt vermischt mit Guajaktinktur, Benzidin, α-Naphtol oder γ-Phenylendiamin. Im Fleisch von einwandfreien Tieren treten nach Andrjewski's Meinung ausnahmslos starke Peroxydasereaktionen auf, während im Fleisch, das sich in bakterieller Zersetzung befindet, die Peroxydasen ausbleiben.

Das Sauerstoffverfahren angegeben von Tillmanns und Mildner (38). Durch Messung des Sauerstoff-

verbrauches der vielen aeroben Bakterien kann man einen Rückschluß auf die Menge der vorhandenen Aerobier ziehen. Um die bei diesem Verfahren nicht beobachteten Anaerobier, die beim Fäulnisprozesse teilweise überwiegen, zu erfassen, wurde in Gemeinschaft mit Strohhecker und Schütze ein kombiniertes Verfahren ausgearbeitet, nämlich der Bakteriennachweis durch Reduktion von Methylenblau, das Sauerstoffverfahren und die Nitratreaktion.

Die Haltbarkeitsprobe nach May dient besonders zur Feststellung der Anaerobenfäulnis. Sie besteht in der Ablösung des Schulterblattes, Abhebung der Nieren oder Spalten der Keule, alles empfindliche Stellen, an denen sich die ersten Anfänge der Fäulnis zeigen.

Weitere Verfahren zur Feststellung der Fäulnis wurden noch von Andrjewski angegeben, nämlich die Jodabsorptionsfähigkeit, die Ammoniakprobe mit Neßlers Reagens und die Chlorprobe mit Hilfe einer Silbernitratlösung.

Die genannten Verfahren haben fast alle den Nachteil, daß sie nicht sicher und immer vollkommen einwandfrei arbeiten. Zudem haftet ihnen zum großen Teil der Mangel der Subjektivität an. Bei der Eberschen Probe ist das Auftreten von Ammoniak kein spezifisches Merkmal für Fäulnis. Auch finden sich im einwandfreien Schaffleisch fast stets Salmiaknebel. Nach Bongert (4) ist nur der positive Ausfall der Eberschen Probe als unterstützendes Moment für die Fäulnisdiagnose zu verwerten. Ähnlich ist es mit der Schwefelwasserstoffprobe und der Peroxydaseprobe. Das kombinierte Sauerstoffverfahren ist für die praktische Lebensmittelkontrolle zu umständlich. Die Haltbarkeitsprobe nach May und die Koch- und Bratprobe verlangen große Erfahrung, bis man objektiv urteilen kann. Somit ist das Streben nach einem objektiven und quantativen Verfahren verständlich.

b. Verfahren mit Säuregradbestimmung.

Nach Höll (18) ist die Wasserstoffionenkonzentration der Gewichtsanteil an H-Ionen in einer Lösung und meistens eine Zahl von sehr geringer Größe. Ein Liter destilliertes Wasser enthält ein 10 Millionstel Gramm Wasserstoff $= 10^{-7}$. Ebenso viele Gewichtsanteile an Hydroxylionen sind darin enthalten. Jede Lösung mit gleichem H-Ionen und OH-Ionen-Gehalt wird als neutral bezeichnet. Das Zunehmen der H-Ionen bedeutet, daß die Lösung sauer wird und das Abnehmen des H-Ionenan-

teils, daß die Lösung alkalisch wird, also ist z. B. eine Lösung mit H-Ionen = 10^{-6} sauer und 10^{-8} alkalisch. Zur Vereinfachung hat man für den negativen Logarithmus des Wasserstoffionengewichtsanteils die Bezeichnung pH = „pondus Hydrogenii" eingeführt. Der negative Logarithmus von 10^{-7}, der eine amphotere Lösung bezeichnet, ist die pH-Zahl 7. Der genaue Neutralpunkt liegt bei 7,07. Eine pH-Zahl kleiner als 7 bezeichnet eine saure und eine pH-Zahl größer als 7 eine alkalische Lösung.

Von Ostertag (27) gibt das älteste Verfahren an, nämlich die Probe mit Lackmuspapier, die früher viel gebraucht wurde, aber wegen der nicht genügend genauen Ergebnisse nicht befriedigt.

Merck brachte einen Universal-Indikator heraus, mit dem man an Hand einer Farbenskala den pH-Wert von 4,0 bis 8,0 in halben Graden ablesen kann.

Meßner (25) wandte die Tüpfelmethode nach Dr. Tödt an, wobei die sehr genauen Ergebnisse nach Farbtabellen festgestellt werden und empfiehlt sie wegen der einfachen und raschen Anwendung zu gebrauchen.

Methylrotindikatorpapierfolien nach Höll (18) eignen sich zur einfachen und brauchbaren Bestimmung der pH-Zahl. Es wird ein Schnitt in das Fleisch angelegt, die Folien hineingelegt und die Schnittflächen eine Minute lang zusammengedrückt. Unter Vergleichen mit einer Farbskala wird der pH-Wert bestimmt.

Schönberg (35) empfiehlt diese Folien wegen des einfachen Gebrauchs für die praktische Fleischbeschau. Auch die Ergebnisse haben durch Vergleiche mit anderen Methoden sich als genau erwiesen.

Naumann (26) hat ein Stufenkolorimeter zur Bestimmung der pH-Zahl empfohlen, das aber bisher noch nicht erprobt wurde.

Herzner und Mann (15) gebrauchten den Gasketten-apparat von Lüers. Mittels dieser Apparatur wurden die genauesten Ergebnisse erzielt, nur ist die Apparatur zu kostspielig und verlangt große Erfahrung in der Handhabung. Dadurch wird sie für die praktische Fleischbeschau unbrauchbar und bleibt den Instituten vorbehalten.

Nach v. Ostertag (27) fand F. Schmidt die elektrometrische Messung der Wasserstoffionenkonzentration mittels der Chinhydronelektrode von Einar Bülmann als sehr brauchbar zur Feststellung beginnender Fäulnis.

Weitere elektrische Meßapparate sind: das Mikroionometer nach Lautenschläger, das Azidimeter nach Trénel und das Liliputionometer.

Eine auch sehr einfache, aber nicht genaue Methode ist die Bromthylmolprobe. Fleischsaft wird mit Bromthymollösung vermischt, bei saurer Reaktion tritt Gelbfärbung, bei alkalischer Blaufärbung des Gemisches ein.

Eine weitere Methode zum Nachweis der Reaktion des Fleisches ist die nach Walkiewicz (39). Die Ausführung geht wie folgt: Es wird ein Muskelwasserextrakt wie üblich hergestellt. 2 Reagenzgläser enthalten 3—4 ccm Sublimatlösung 1:1000, dem 2. ist etwas Essigsäure zur Säuerung zugesetzt. 2—3 Tropfen des zu untersuchenden Fleischauszuges pipettiert man in die Gläser und beobachtet die Reaktion auf dunklem Hintergrund. Bei pH-Werten von 6,2—7,0 entsteht in der Sublimatlösung ein grauviolettes Wölkchen, das nach einiger Zeit wieder vergeht. Bei Werten unter 6,2 bleibt die Wölkchenbildung aus, um nach stattgehabter Säuerung beim Ansteigen des Wertes wieder aufzutreten. In dem zweiten Reagenzglas, dessen Inhalt angesäuert ist, erscheint beim Fleisch, das noch keine Säuerung durchgemacht hat, die Wölkchenbildung nicht. Erst beim Überschreiten des Wertes 6,2 tritt auch dort die Reaktion auf. Je weiter die Fäulnis vorgeschritten ist, desto greller die Bildung der Wölkchen. Bei 6,2 liegt also das Verschwinden und Wiederhervortreten der Wölkchen. Die Anwendung dieser Methode setzt das Wissen um den Zeitpunkt der Schlachtung voraus. Walkiewicz spricht ihr besondere Bewährung zu, weil seine Methode, z. B. bei Schweinefleisch, dessen pH-Wert trotz schon vorhandener Fäulnis weiter sank, einen positiven Ausfall gab.

Die bekannteste und allgemein gebräuchlichste Methode ist die nach Michaelis-Walpole. Das Verfahren wird folgendermaßen ausgeführt (Schönberg (34)): Der zur Untersuchung notwendige Fleischauszug wird hergestellt, indem man 10 g zerkleinerte, möglichst fett- und bindegewebsfreie Muskulatur in einem sterilen, völlig trockenen Erlenmeyerkolben mit 100 ccm destilliertem Wasser gut durchschüttelt. Darauf läßt man die Fleischstückchen eine Viertelstunde lang auslaugen und filtriert dann durch ein Hartpapierfilter. — Zur Messung benutzt man den Komparator nach Walpole. Reagenzglas Nr. 1 und 2 füllt man mit je 6 ccm des zu untersuchenden Fleischauszuges und steckt sie in das Loch Nr. 1 und 2 des Komparators. Zu Nr. 1 gibt man noch genau 1 ccm von der Stammlösung des geeigneten Indikators, in Nr. 2 ebensoviel destil-

liertes Wasser. In das Loch Nr. 4 des Komparators steckt man ein Glas, gefüllt mit einer beliebigen Menge destillierten Wassers. Darauf wird ausprobiert, welches Röhrchen der Dauerreihe des betr. Indikators man in das Loch Nr. 3 zu stecken hat, damit beim Durchblick durch die Gucklöcher die gleiche Farbe entsteht. Sobald man das farbgleiche Röhrchen ermittelt hat, liest man den pH-Wert am Etikett des betr. Dauerröhrchens ab und interpoliert, wenn nötig noch zwischen 2 benachbarten Röhrchen. Schoon (36) fand den gleichen Wert, wenn er das zerkleinerte Fleisch 15 Minuten oder auch mehrere Stunden lang auslaugen ließ. Die Methode Michaelis--Walpole wird von den meisten Autoren als zuverlässig und sehr einfach ausführbar bezeichnet (Grüttner (12), Lenfeld (20), van Oyen (28)).

III. Die Wasserstoffionenkonzentration

a. in der Muskulatur gesunder Tiere.

Andrjewski (1) hat als Erster eingehende kolorimetrische Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch im großen Umfange angestellt. Er fand dabei einen pH-Wert von 6,9—6,7 bei gesunden Tieren, die vor einer Stunde geschlachtet waren. In den weiteren 16—20 Stunden sinkt die pH bis auf den Punkt der größten Säuerung des Fleisches, den er bei Rind-, Kalb- und Schweinefleisch mit 6,0 angibt. Bei Pferdefleisch ist die Säuerung noch stärker und die pH sinkt gewöhnlich auf 5,7—5,8, dagegen wird bei Schaffleisch der größte Säuregrad mit 6,1—6,2 erreicht. Wird das Fleisch bei einer Temperatur von 0° Celsius aufbewahrt, so bleibt die pH-Zahl so lange unverändert, bis sich die Bakterien vermehren und Fleisch in Zersetzung übergeht. Bei Aufbewahrung des Fleisches bei höherer Temperatur von ca. + 8° bis 15° C beginnt die pH-Zahl kurz nach Erreichung des tiefsten Punktes fortschreitend während der nächsten 4 Tage zu steigen, wobei man feststellt, daß bei pH von 6,5 die Grenze für den noch eben für den menschlichen Genuß tauglichen Fleisches liegen, wenn auch schon teilweise das Fleisch einen Geruch aufweist. Bei Werten über 6,5 wurden immer Zeichen einer Zersetzung beobachtet, bei 7,0—7,5 handelte es sich dann schon um stark vorgeschrittene Zersetzung.

Ebenfalls haben Herzner und Mann (15) die Wasserstoffionenkonzentration bei Schlachttieren untersucht. Nach

ihren auf elektrometrischem Wege vorgenommenen Messungen ist Pferde-, Rinder- und Schweinefleisch mit einem pH-Wert von 6,0—6,2 nicht mehr einwandfrei, das mit einem Wert über 6,2 sehen sie als verdorben an.

Auch van Oyen (28) meint, daß das Fleisch mit der pH-Zahl 6,2 und höher zu beanstanden sei, da es soeben in das Inkubationsstadium der Fäulnis eingetreten sei. Mehrere Autoren wie Makarytscheff (23) und Patotti (29) meinen, daß Fleisch mit Abweichungen von der Norm den pH-Wert von 6,3 habe und daß die Fäulnis bei 6,3 beginne. Fooy (8) fand Werte von 6,0 für gut erstarrtes Fleisch von gesunden Rindern und Schweinen. Für Pferdefleisch liegen die Werte durchschnittlich höher, aber nie über 6,2. pH-Werte über 6,2 weisen auf Beginn der Fäulnis hin, ohne daß sie sich organoleptisch nachweisen läßt. Im übrigen gehen aber Wasserstoffionenkonzentration und Fäulnis parallel.

Nach Schmidt (22) betrug der pH-Gehalt in unverdorbenem Pferdefleisch 6,1—6,3, in verdorbenem 6,3 und höher. Bei letzteren Werten war die Ebersche Probe positiv. Die besonders niedrigen Werte von 4,5 und 4,3, die Brochet (5) feststellte, erklärt Makarytscheff (23) damit, daß in Pferdefleisch mehr Kohlenhydrate in Form von Glykogen vorhanden seien, aus denen ja die Milchsäure hervorgeht.

Lenfeld (21) versuchte sehr verschiedene Ergebnisse einzelner Autoren dadurch zu erklären, daß die pH-Zahlen in verschiedenen Muskeln differieren. Auch käme es darauf an, ob die Proben einem Viertel oder einem kleinen Fleischstück entnommen worden sind. So z. B. sei der Wert von 6,2 in einem ausgereiften ganzen Viertel viel zu gering, um Grund zur Beanstandung zu geben, während Fleisch von einem kleineren Stück mit pH 6,2 der vorgeschrittenen Zersetzung verdächtig sei.

Auch Schoon und Ooms (37) stellten fest, daß besonders bei Schweinen die pH-Zahlen des Fleisches vom Hals und von den Gliedmaßen sich sehr unterscheiden. Ebenso Postma (31), der für den M. longissimus dorsi den niedrigsten und für die Beuger den höchsten Wert fand. Die dunklen haben regelmäßig einen höheren Wert als die blassen Muskeln. Beim Schwein z. B. liegen in einigen Muskeln bei einwandfreiem Fleisch die Werte über 6,2. Auch Scholemann (33) fand unterschiedliche Werte im Vorder- und Hinterviertel, sehr häufig eine Differenz von 0,2—0,3. Die Auswertung und Heranziehung des pH-Wertes bei der Fleischbeurteilung bedarf also der größten Vorsicht.

Camus (6) untersuchte das Fleisch in Metzgereien auf Wasserstoffionenkonzentration. Er fand dabei ungewöhnliche Werte: Die pH-Zahl im Fleisch fällt in nicht aseptischer Umgebung auf 5,6, um bald wieder auf 6,0 zu steigen. Bei 6,0 ist das Fleisch nicht mehr genießbar. In aseptischer Umgebung erniedrigt sich die pH sogar auf 5,35.

Welcher Maßstab bei der Beurteilung des Fleisches gesunder Tiere unter Zuhilfenahme der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration angelegt werden darf, gibt Schönberg (34) an, indem er sagt: „Fleisch, das einen pH-Wert von 6,2 hat, sollte bald verbraucht werden. Fleisch, dessen pH-Wert mehr als 6,2, etwa 6,5 beträgt, muß umgehend nach vorläufiger Beanstandung auf bakterielle Zersetzung oder sonstige Veränderungen untersucht werden."

b. in der Muskulatur kranker und notgeschlachteter Tiere.

Um die Untersuchung und Beurteilung des Fleisches notgeschlachteter und kranker Tiere zu erleichtern, griff man natürlich auch zur pH-Bestimmung. Schon van Harrevelt (14) fand eine alkalische Reaktion bei ganz frischem Fleisch von urämischen Tieren. Nach 48 Stunden war die Reaktion amphoter und nach 3 Tagen wurde sie erst sauer. Es waren also 3 Tage nötig, bis die Fleischsäuren die alkalischen Bestandteile des Harns zu neutralisieren vermochten.

Anfangs wurde von Andrjewski (1) und auch anderen Forschern die Behauptung aufgestellt, daß die pH-Bestimmung alle anderen Untersuchungsmethoden, auch die bakteriologische Untersuchung ersetzen könne und sogar vorzuziehen sei wegen der schnelleren und einfacheren Ausführung. Dieser Überschätzung traten mehrere Autoren (Meßner (25), Lenfeld (21), Grüttner (13)) entgegen, die die Ergebnisse Andrjewskis nachgeprüft hatten.

Andrjewski beobachtete, daß das Fleisch von notgeschlachteten Tieren kurz nach der Schlachtung einen pH-Wert wie normales Fleisch 6,8—6,7 besitzt. In den nächsten 24 Stunden sinkt die pH-Zahl meistens überhaupt nicht, oder nur gering auf 6,6. Wegen der zu geringen Säuerung ist dieses Fleisch schnell der Zersetzung verfallen und der pH-Wert steigt schnell auf 7,0 und höher. Dieselben Feststellungen machte er bei transporterschöpften und überhetzten Tieren. Andrjewski ging sogar soweit, zu behaupten, daß gewisse

Krankheiten ganz bestimmte Wasserstoffionenkonzentrationsverhältnisse hätten, und weiter, daß die Ausbreitung und Entwicklung der gefährlichen Fleischvergifter im sauren Nährboden bei pH 5,8—6,0 unmöglich oder doch nur unbedeutend sei. Fooy (9) stellte auch Versuche darüber an, ob ein pH-Wert von z. B. 5,8 das Wachstum der Bakterien aus der Gruppe der Fleischvergifter hemmt. Dies war nicht der Fall. Erst bei einem pH-Wert, der kleiner als 5 ist, tritt eine wahrnehmbare Wachstumshemmung auf.

Lenfeld (21) schreibt über die Ansicht Andrjewskis bezüglich der Fleischvergifter: Der schwerwiegendste Fehler Andrjewskis liegt darin, daß er im Fleisch kranker Schlachttiere die Bedeutung der spezifischen Fleischvergiftungskeime unterschätzt, über deren Gefährlichkeit bei Massenvergiftungen der Menschen auf Grund festgestellter Tatsachen kein Zweifel bestehen kann.

Grüttner (13) widerspricht Andrjewskis Darlegungen, der den Standpunkt vertritt, daß seine Methoden zur Beurteilung der Haltbarkeit des Fleisches die bakteriologische Untersuchung gemäß § 29 BBA. ersetzen könnten, weil die Fleischvergifter erst bei postmortaler, mit der Entwicklung der Fäulnis vorschreitender Anreicherung zur Ursache von Fleischvergiftungen würden. Nach Grüttner (13) sind Andrjewskis Methoden eine Bereicherung der zur Verfügung stehenden Methoden zur Beurteilung der Haltbarkeit des Fleisches, und ihre Ergebnisse können nur bei Ausführung auch der übrigen Methoden unter Abwägung der Einzelergebnisse verwertet werden. Der anatomische Befund, die Haltbarkeitsprobe nach Max Müller, die Kochprobe und die Nachprüfung der Fleischreife und in bestimmten Fällen die bakteriologische Untersuchung zusammengewertet, sollen zusammen das Endurteil ergeben. Die pH-Zahl erlaubt keine Schlüsse auf eine bestimmte Krankheit (Grüttner (13)).

Eine Erklärung für die verminderte Säuerung im Fleisch abgehetzter, transporterschöpfter und kranker Tiere gibt Schoon (36), der festgestellt hat, daß das Glykogen durch starke Muskeltätigkeit verbraucht ist und dadurch keine Milchsäure in ausreichendem Maße sich bilden kann, wie sie zur Reifung des Fleisches benötigt wird. Nach Schoon's Untersuchungen befindet sich im Muskel gesunder, ausgeruhter Tiere 0,59% Glykogen, das sich bei vorgenannten Tieren auf 0,036—0,12% vermindert. Dieser Glykogenmangel, abgesehen von der Reife, wirkt sich noch mehr auf die Haltbarkeit des Fleisches aus. Die Fäulnisbakterien bevorzugen einen schwach

sauren und noch mehr einen alkalischen Nährboden. Also begünstigt das ungenügend gesäuerte Fleisch aus Notschlachtungen die Vermehrung der Bakterien. Deshalb kann man auch der Forderung Andrjewskis zustimmen, daß das Fleisch aus Notschlachtungen, auch wenn durch die bakteriologische Untersuchung nichts festgestellt wurde, auf seine Säuerungsfähigkeit zu untersuchen ist, denn der Konsument würde durch das Wissen um die schnellere Zersetzbarkeit vor Verlusten geschützt.

Van Oyen (28) stellte die Untersuchungsergebnisse zahlreicher Autoren über Beurteilung notgeschlachteter Tiere unter Kritik und kam zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die pH-Bestimmung kann die pathologisch-anatomische und die bakteriologische Untersuchung nicht ersetzen. Die Behauptung Andrjewskis, durch die pH-Bestimmung könne man die Tiere herausfinden, die zum Auftreten von Fleischvergiftungen Anlaß geben können, ist als eine nicht begründete Überschätzung des Wertes dieser Methode zu betrachten, eine Überschätzung, die bei jeder neuen Methode in der Fleischbeschau wahrzunehmen ist.

2. Die kolorimetrische pH-Bestimmung ist eine einfache zuverlässige Methode, um festzustellen, ob im Fleisch die normale Säuerung aufgetreten ist. Sie ist der Untersuchung mit Lackmuspapier vorzuziehen, weil sie eine quantitave Methode ist.

3. Fleisch mit ungenügender Säuerung ist als minderwertig, weniger haltbar und weniger tauglich zu betrachten. Jeder Fall muß nach der pH-Bestimmung einzeln beurteilt werden.

4. Frisch geschlachtetes Fleisch, das 24 Stunden nach der Schlachtung eine pH-Zahl von 6,8 und höher aufweist, ist als untauglich zu betrachten. Dasselbe Fleisch mit 6,2—6,8 ist nur auf der Freibank zu verkaufen. In Zweifelsfällen kann eine genügende Säuerung (pH 5,8 und kleiner) den Ausschlag geben, Fleisch von Notschlachtungen zum freien Verkehr zuzulassen.

5. Falls Zweifel bestehen, ob Fleisch verdorben ist oder nicht, deutet eine pH von 6,2 und höher darauf hin, daß das Fleisch eben in das Inkubationsstadium der Fäulnis eingetreten ist. Es kann auf Grund dieses Befundes dem freien Verkehr entzogen werden.

c. in tierischen Organen (Leber, Niere und Euter).

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration in Lebern und Nieren hat Claußen (7) vorgenommen. Er fand bei lebenswarmen und bis 24 Stunden alten Lebern einen

pH-Wert von 6,4—6,6. Nach 2 Tagen tritt ein Absinken ein bis zum Maximum der Säuerung, das bei 4,3 liegt. Nach einigen Tagen tritt dann das Ansteigen der pH-Zahl ein. Die pH-Werte in den Nieren zeigen sich sehr konstant; sie schwanken zwischen 6,3 und 6,6. Eine postmortale Säuerungszunahme tritt nicht ein, auch werden die pH-Werte durch Kälteeinwirkung oder durch fortschreitende Zersetzung nicht wesentlich beeinflußt. Dies Verhalten mag sich vielleicht daraus erklären, daß in den Nieren kein oder nur wenig Glykogen vorhanden ist (Geiger (10)). Bei Rindereutern hat Geiger (10) die pH-Werte festgestellt. Frische virgile Rindereuter haben eine pH von 6,4—6,6, frische laktierende eine von 6,4—6,8. Pathologische Euter und Euter von kranken Tieren zeigen keine Abweichung von der Norm in ihrer Wasserstoffionenkonzentration. Die Bestimmung der pH-Zahl kann für die Beurteilung von Rindereutern in der Fleischbeschau und Lebensmittelkontrolle nicht herangezogen werden.

d. in sonstigen von Tieren stammenden Lebensmitteln.

Scholemann (33) hat entsprechende Untersuchungen über Wildbret angestellt, und zwar bei Reh- und Hasenmuskulatur. Er stellte fest, daß die Verderbnis bei höheren pH-Werten als bei schlachtbaren Haustieren einsetzt. Bei pH von 6,60 lag die Grenze der Genußtauglichkeit. Reh- und Hasenmuskulatur besitzen eine größere Säuerungsfähigkeit als das Fleisch unserer Haustiere. Deshalb besteht auch eine längere Haltbarkeit. Im Kühlhaus aufbewahrt waren Rehe im Fell 29 Tage haltbar, Rehe ohne Fell nur 22 Tage. Ausgeweidete Hasen im Fell sind 30 Tage haltbar, nicht ausgeweidete Hasen im Fell nur 24—25 Tage. Ausgeweidete Hasen ohne Fell sind 21 Tage haltbar, nicht ausgeweidete Hasen ohne Fell dagegen nur 16 Tage.

Der Reifungsprozeß im Kamelfleisch dauert nach Makarytscheff (24) etwas länger als bei Rindfleisch. Die größte Säuerung liegt bei 5,8—6,0, die bei günstiger Aufbewahrung 4 Tage anhalten kann. Werte über 6,0 deuten auf beginnende Genußuntauglichkeit hin.

Hintersatz (16) stellte Untersuchungen an über die Brauchbarkeit der pH-Messung bei der Feststellung der Fischfäulnis und kam zu dem Ergebnis, daß die Bestimmung der pH-Zahl im Fischfleisch keine genauen Anhaltspunkte für

den Grad der Zersetzung des Fleisches gibt. Bei Fischen läßt sich die Fäulnis organoleptisch früher nachweisen als es durch die Feststellung des pH-Wertes geschieht. Es ist also bei Fischen umgekehrt wie beim Fleisch schlachtbarer Haustiere. Diese Methode ist also nicht geeignet zur Feststellung der Fischfäulnis. Poluektoff (30) erklärt die Unbrauchbarkeit der pH-Bestimmung zur Beurteilung des Fischfleisches damit, daß der Reifungsprozeß in der Art, wie er im Fleische der Säugetiere verläuft, augenscheinlich im Fischfleisch nicht erfolgt. Dieses stimmt mit den Angaben verschiedener Autoren überein, die sagen, daß das Fischfleisch für den Gebrauch als Nahrungsmittel keinen Reifungsprozeß erfordert.

In der Schweiz wird bei der Kontrolle von Pökelfleisch und -lake auch die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration zu Hilfe genommen. Auch Höckl (17) spricht ihr eine Bedeutung zu.

Die pH-Bestimmung in chemisch konserviertem Fleisch wurde von Herzner und Mann (15) vorgenommen, erwies sich aber als unbrauchbar, weil die chemischen Zusatzstoffe die H-Ionenkonzentration beeinflussen.

Graveninger (11) hat mit negativem Ergebnis Untersuchungen angestellt über die pH-Konzentration in der Wurst. Er konnte an Hand der pH-Zahl nicht auf den Grad der bakteriellen Durchsetzung der Wurst schließen. Erklären kann man dies Ergebnis wohl dadurch, daß durch die Gewürze die Ionenkonzentration beeinflußt wird.

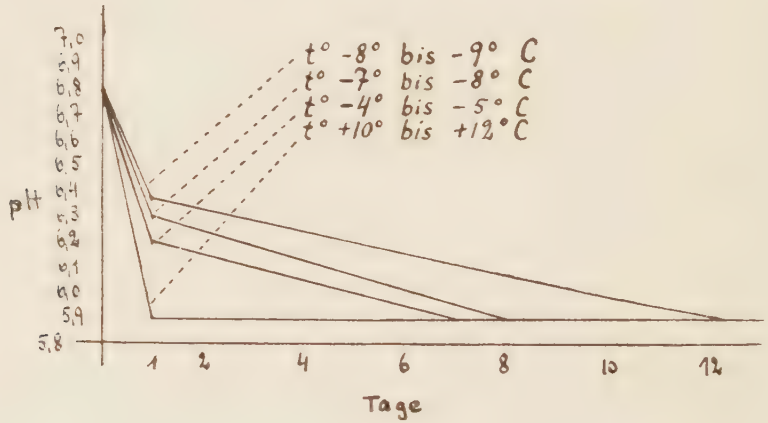
Die Wasserstoffionenkonzentration bei Frischeiern wird von Beller, Wedemann und Priebe (2) mit 8,5 bis 8,7 (also stark alkalisch) angegeben. Im Kühlhaus über 6 Monate aufbewahrte Eier haben einen pH-Wert von über 9,0.

IV. Wasserstoffionenkonzentration bei niederen Temperaturen.

Kallert (19) erklärt, daß die Aufbewahrung des Fleisches bei niedrigen Temperaturen eine Unterbrechung im Reifungsprozeß hervorruft. Diese Feststellung wurde von ihm organoleptisch getroffen. Lenfeld (21) hat dann als erster die Feststellung der pH-Größe in eingefrorenem Fleisch studiert, und er kam zu dem Schluß, daß die Kälte schon gegen 0° C den Gärungsprozeß im Fleische hemmt und der pH-Wert im gefrorenen Fleisch sich gar nicht verändert, sondern so bleibt, wie er vor dem Gefrierenlassen war. Hat der pH-Wert sein Maxi-

mum vor dem Gefrieren nicht erreicht, so kommt es dazu nach dem Auftauen.

Makarytscheff (22) präzisierte diese Feststellung durch sehr genaue Untersuchungen nach der Methode Andrjewskis dahingehend, indem er sagt, daß eine Temperatur von —6°—8° C die völlige Einstellung aller chemo-fermentativen Prozesse nicht gewährt, aber sie erheblich verlangsamt. (Siehe Diagramm.)



pH-Veränderungen im ungereiften Fleisch, das bei einer Temperatur über und unter 0° C aufbewahrt wurde (nach Makarytscheff).

B. Eigene Versuche.

Nach Andrjewskis Feststellung bleibt die pH-Zahl bei Fleisch, das bei einer Temperatur von 0° C aufbewahrt wurde, solange unverändert, bis sich die Bakterien vermehren und das Fleisch in Zersetzung überführen.

In der vorliegenden Arbeit sollte nun untersucht werden, wie der pH-Wert sich bei dem im Kühlhaus aufbewahrten Fleisch verhält, insbesondere wie die Bakterienvermehrung des im Kühlhaus bei einer Temperatur von + 1° C aufbewahrten Fleisches sich auf die Wasserstoffionenkonzentration auswirkt. Ferner sollte geprüft werden, wie lange sich das Fleisch notgeschlachteter und kranker Tiere im Kühlhaus hält und ob die pH-Bestimmung eine brauchbare Methode ist, mit deren Hilfe man die Haltbarkeit im voraus bestimmen kann.

Bevor ich die von mir ausgeführten Untersuchungen darlege, will ich im folgenden kurz auf das Wesen der Fleischkonservierung und ihre Bedeutung eingehen.

Das Fleisch unserer schlachtbaren Haustiere hat nur eine geringe Haltbarkeitsdauer von im Sommer 3 und im Winter 6 Tagen. Seit uralten Zeiten ist man bestrebt gewesen, durch Konservierungsmethoden die normale Haltbarkeitsdauer des Fleisches zu verlängern. Die Forderung, die man an eine gute Konservierung stellt, ist die Erhöhung der von inneren und äußeren Verhältnissen abhängigen Haltbarkeit des Fleisches und der übrigen von Tieren stammenden Lebensmittel durch Vernichtung oder Fernhaltung der Fäulniserreger oder durch Herabsetzung der Grundbedingungen zu deren Entwicklung und Vermehrung. Durch die Konservierung soll das frische Fleisch keine Einbuße an seiner normalen Beschaffenheit erleiden und trotz der Konservierung eine möglichst vielseitige Verwendbarkeit besitzen. Auch soll durch die Art der Konservierung die geringste Beschädigung der menschlichen Gesundheit ausgeschlossen sein (Bongert (4)).

Die Konservierungsmethoden teilt man in chemische und physikalische ein. Von den chemischen Methoden sind die Konservierungen durch Pökeln, Räuchern, Marinieren usw. bekannt. Die physikalische Konservierung erfolgt durch Kälte, Hitze und

Trocknen. Während die chemischen Methoden in der Fleischwarenindustrie Anwendung finden, gebraucht man die physikalischen mehr im Handelsverkehr mit unverarbeitetem Fleisch.

Die beste Frischerhaltungsmethode für Fleisch ist die Kälte und in der Anwendung auch die einfachste. Das Konservieren von Fleisch für mehrere Monate wird durch Gefrieren erreicht. Das gebräuchlichste Verfahren ist das langsame Einfrieren in kalter Luft von —8 bis 10° C während 7 Tage. Das Fleisch erfährt durch das Gefrieren gewisse Strukturveränderungen. Wasser und die Kolloidlösung des Muskeleiweißes frieren aus, legen sich als Eiskristalle zwischen die Muskelfasern und Muskelzellen und treiben sie in der Längsrichtung auseinander. Das Gefrierfleisch kann auf unbegrenzte Zeit gelagert werden, jedoch ist nach Kallert (19) z. B. für gefrorenes Rindfleisch die Lagerung auf 9 Monate zu beschränken, weil es sonst an Wert bedeutend verliert. Am lange lagernden Gefrierfleisch vollziehen sich chemisch-physikalische und mikrobielle Veränderungen, die in Austrocknen, Verfärbung, Verlust an aromatischen Substanzen, Spaltung des Fettes und Verschimmelung durch Pilze bestehen. Durch die tiefen Kältegrade werden die Fäulnisbakterien in ihrer Entwicklung völlig gehemmt. Ein Nachteil des gefrorenen Fleisches besteht darin, daß nach zu raschem Auftauen das Muskelgewebe zerfällt, die Oberfläche schmierig und unansehnlich wird und das Fleisch schnell der bakteriellen Zersetzung anheimfällt. Durch sachgemäß langsames Auftauen in trockener Luft soll dem Gefrierfleisch eine ebenso lange Haltbarkeit und Schmackhaftigkeit gesichert werden wie dem frischen Fleisch. Bei sachgemäßem Auftauen vermögen die Muskelkolloide den beim Gefrieren ausgeschiedenen Fleischsaft wieder aufzunehmen (Reversion der Gefrierveränderungen).

Die Kühlung des Fleisches bei Temperaturen, die dem Gefrierpunkt des Wassers naheliegen, ist das beste Erhaltungsmittel auf kurze Zeit, da sie weder den Wohlgeschmack noch den Nährwert beeinträchtigt, auch die Vitamine nicht zerstört, vielmehr die Fleischqualität verbessert. Durch die sich bei niederen Temperaturen nur langsam vollziehende Autolyse erhält das Fleisch eine zarte und mürbe Beschaffenheit, die eigentliche Tafelreife (v. Ostertag (27)). Die Kälte bietet den großen wirtschaftlichen Vorteil, daß das Fleisch in größeren Mengen aufgestapelt werden kann, sei es um die breite Volksmassen in den Städten zu versorgen oder für Zwecke der Heeresverpflegung für längere Zeit große Fleischmengen in Bereitschaft zu halten. Das Kühlhaus, das heute an keinem größeren Schlachthof mehr fehlt, gibt den Schlächtern die Möglichkeit, sich vor

Verlusten zu schützen, die sonst das wechselnde Angebot und die Nachfrage auf dem Fleischmarkt bringen. Das frische Fleisch hält sich in Kühlräumen im allgemeinen 4 Wochen unverändert (Bongert (4)).

Meine Untersuchungen wurden im Städtischen Schlachthof zu Bochum vorgenommen. Der Bochumer Schlachthof ist eine der neuzeitlichsten Anlagen, die in den letzten Jahren geschaffen wurden. Besonders sein Kühlhaus ist als vorbildlich zu bezeichnen. Es besteht aus dem Kühlraum, Vorkühlraum und der Vorkühlhalle. Die Vorkühlhalle dient zum Abtrocknen und Vorkühlen. Die Temperatur beträgt + 4° bis 10° C. In dem Vorkühlraum wird dann aus Zweckmäßigkeitsgründen die gleiche Temperatur von durchschnittlich + 1° C wie im eigentlichen Kühlraum gehalten. Die relative Feuchtigkeit beträgt durchschnittlich 80%. Die Temperatur- und Feuchtigkeitsregulierung geschieht auf automatischem Wege und wird durch eine elektrische Temperaturfernmeßanlage vom Maschinenhaus aus kontrolliert. Temperatur- und Feuchtigkeitskurven werden durch Selbstschreiber fortlaufend aufgezeichnet.

Arbeitsweise.

Die Wasserstoffionenkonzentration wird nach dem kolorimetrischem Verfahren von Michaelis-Walpole bestimmt. Der zur Untersuchung benötigte Muskelwasserauszug wurde folgendermaßen hergestellt: 5 g fein zerkleinerter Muskulatur, möglichst frei von Fett und Bindegewebe 1 cm unter der Oberfläche entnommen, wurden in einem keimfreien, trockenem Erlenmeyerkolben mit 50 ccm kaltem, destilliertem Wasser leicht durchgeschüttelt. Dann wurde 15—20 Minuten lang auslaugen gelassen und anschließend durch ein Hartfilterpapier filtriert. Als Stammlösung wurde p-Nitrophenol von der Firma Leitz, Berlin, benutzt. Wegen des schnellen Verbrauches wurde einmal eine Stammlösung als Ersatz selbst hergestellt. Sie konnte aber nicht benutzt werden, weil Wertunterschiede von 0.2 gegenüber der Stammlösung der Firma Leitz auftraten. Die Messungen wurden nur bei Tageslicht ausgeführt, da künstliches Licht eine genaue Bestimmung sehr erschwert und besonders das Interpolieren unmöglich macht.

1. Versuchsreihe.

Die pH-Bestimmung des Fleisches von gesunden Tieren wurde an dänischen Rindervierteln vorgenommen. Die Tiere wurden in dem Seegrenzschlachthof Flensburg geschlachtet und sofort in Kühlwagen der Deutschen Reichsbahn verladen. Die

Transportdauer, d. h. der Verbleib des Rindfleisches in den Kühlwagen betrug durchschnittlich 48 Stunden. Bei der Ankunft im Bochumer Schlachthof wurden die Wagen sofort entleert und die Rinderviertel ins Kühlhaus gebracht. Noch am gleichen Tage wurden sie von mir untersucht. Die Rinder waren durchweg von guter Qualität. An Hand von osteologischen Bestimmungen ergab sich, daß es sich durchschnittlich um mitteljährige Tiere handelt. Das zur Untersuchung notwendige Material wurde aus dem Vorderviertel entnommen. Es wurde stets darauf geachtet, daß alle Proben möglichst aus derselben Stelle stammten, um ein gleichmäßiges Resultat zu erzielen.

Es wurde mir zur Aufgabe gestellt, die Viertel auf einen Zeitraum von 4 Wochen zu prüfen. Aus wirtschaftlichen Gründen war es natürlich nicht möglich, eine große Anzahl ganzer Viertel während einer solch langen Zeit im Kühlhaus aufzubewahren. Infolgedessen stellte ich eine Anzahl Vorversuche an. Es galt nachzuweisen, wie große Stücke zu entnehmen sind, um die gleichen pH-Werte zu erhalten wie im Gesamttierkörper.

Tabelle 1.

Tage	I		II		III		IV	
	Einzel	Gesamt	Einzel	Gesamt	Einzel	Gesamt	Einzel	Gesamt
1	6,0	5,9	6,0	6,0	5,9	5,8	5,9	5,9
2	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	5,8	6,0	5,9
3	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0
4	6,0	6,0	6,1	6,0	6,0	5,9	6,0	6,0
5	6,1	6,0	6,1	6,0	6,0	5,9	6,1	6,0
6	6,1	6,0	6,1	6,1	6,0	6,0	6,1	6,0
7	6,1	6,1	6,2	6,1	6,0	6,0	6,1	6,0
8	6,1	6,1	**6,2**	6,1	6,1	6,0	6,1	6,0
9	6,2	6,1	6,2	6,1	6,1	6,0	6,1	6,0
10	6,2	6,1	6,2	6,1	6,1	6,0	6,2	6,1
11	**6,2**	6,1	6,2	6,1	6,1	6,1	6,2	6,1
12	6,2	6,1	6,2	6,2	6,1	6,1	6,2	6,1
13	6,2	6,1	6,2	6,2	6,2	6,1	**6,2**	6,1
14	6,2	6,1	6,3	6,2	**6,2**	6,1	6,2	6,1
15	6,2	6,2	6,3	6,2	6,2	6,1	6,2	6,1
16	6,3	6,2	6,3	6,2	6,2	6,1	6,3	6,1
17	6,3	6,2	6,3	6,2	6,3	6,1	6,3	6,2
18	6,3	6,2	6,3	6,3	6,3	6,2	6,3	6,2
19	6,3	6,2	6,4	**6,3**	6,3	6,2	6,4	6,2
20	6,4	6,2	6,4	6,3	6,3	6,2	6,4	6,2
21	6,4	6,2	6,4	6,3	6,3	6,2	6,4	6,2

Ich habe deshalb 21 Tage lang vergleichend Proben untersucht, die aus einem Gesamttierkörper bzw. aus einem von diesem stammenden Einzelstück entnommen waren. Es wurden dazu 4 finnige Rinder benutzt, die 3 Wochen im Kühlhaus hingen. Ein etwa 300 g schweres Stück Fleisch wurde herausgeschnitten, im Kühlhaus aufgehängt und war somit denselben Bedingungen ausgesetzt, wie der Gesamttierkörper. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 dargestellt.

Es wurden Differenzen von 0,2 in der pH-Zahl, der Einzelstücke und der Gesamttierkörper gefunden. Wie aus den Werten ersichtlich ist, sind die Einzelstücke der Zersetzung früher verfallen. An den in der Tabelle fettgedruckten Tagen nahmen die Fleischstücke einen unangenehmen Geruch an, die Farbe wurde dunkler und auf der Oberfläche befand sich ein weißlicher Belag. Die Stücke waren nachher sehr trocken und von zähderber Konsistenz. Der Tierkörper 2 zeigte in den letzten Tagen geringgradige oberflächliche Veränderungen bezügl. des Geruches und Aussehens.

Es wurden nunmehr Proben im Gewicht von ca. 2½ kg entnommen. Es stellte sich heraus, daß hier die Haltbarkeit bedeutend besser als in den kleinen Stücken war. Es traten bei einer derartigen Größe keine allzu schwer ins Gewicht fallenden Unterschiede in der pH-Zahl gegenüber dem Tierkörper auf.

Zu meinen vergleichenden Untersuchungen schnitt ich deshalb aus dem zu prüfenden Viertel 2½ kg große Stücke und bewahrte sie an einem Haken aufgehängt während der Versuchszeit im Kühlraum auf. Dieses Material wurde 4 Wochen lang täglich untersucht. Im ganzen wählte ich 15 Tiere.

In der tabellarischen Aufstellung 2 sind die pH-Werte im Laufe von 4 Wochen verzeichnet. An den fettgedruckten Tagen wird der Zeitpunkt angegeben, an dem Zersetzungserscheinungen in dem Maße auftraten, daß das Fleisch für den menschlichen Genuß untauglich wurde.

2. Versuchsreihe.

In einer zweiten Versuchsreihe galt es festzustellen, in welchem Maße bei notgeschlachteten und erkrankten Tieren die Schwere der Erkrankung und die an den Organen sichtbaren Veränderungen mit den gefundenen pH-Werten übereinstimmen und ob die bei diesen Tieren festgestellten hohen pH-Werte mit einer verminderten Haltbarkeit einhergehen.

Zu diesem Zwecke werden diesbezügliche Untersuchungen an 15 Tieren angestellt. Die Versuche wurden nach der

in Versuchsreihe 1 beschriebenen Arbeitsweise durchgeführt. In Tabelle 3 sind die pH-Werte niedergelegt, während in Tabelle 4 der Befund der Fleischbeschau, der Grund der Notschlachtung, das eventuelle Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung, das Auftreten der Zersetzungserscheinungen und der pH-Wert bei beginnender Genußuntauglichkeit verzeichnet sind.

Tabelle 4.

Befund:	Untersuchungsergebnis:
1. Versuch.	
Notschlachtung, Pericarditis traumatica, Pleuritis ichorosa, mangelhafte Ausblutung.	Am 15. Tage grauweißer Belag, der am nächsten Tag schmierig wurde. Unangenehmer Geruch, genußuntauglich bei pH 6,3.
2. Versuch.	
Notschlachtung, Enteritis, Leberschwellung, Pyometra, Aussehen gut.	Am 8. Tage schmieriger Belag, genußuntauglich bei pH 6,4.
3. Versuch.	
Normale Schlachtung, Darmkatarrh, Hepatitis, Bauchwassersucht, Aussehen gut.	Am 13. Tage weißlicher, trokkener Belag, geringgradige Geruchsabweichung. Genußuntauglich bei pH 6,2.
4. Versuch.	
Notschlachtung. Mastitis, Metritis, Milzschwellung, Leberdegeneration, mangelhafte Ausblutung, Fleisch schwach keimhaltig.	Am 10. Tage schmieriger Belag, stechender Geruch. Genußuntauglich bei pH 6,3.
5. Versuch.	
Notschlachtung. Beiderseitige Sprunggelenksentzündung, wässerige Nierenschwellung, gute Ausblutung.	Am 18. Tage trockener, weißer Belag, dunkle Verfärbung auf der Schnittfläche, genußuntauglich bei pH 6,4.

Tabelle 2.

Vers.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28. Tag
1	6,0	6,1	6,0	6,0	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	**6,3**	6,3
2	6,1	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	**6,3**	6,3	6,4	6,4
3	5,9	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,2	6,2	**6,2**	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6
4	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
5	6,0	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	**6,1**
6	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	**6,2**
7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	**6,1**
8	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
9	6,1	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2
10	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2
11	6,0	6,0	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2
12	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
13	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
14	6,0	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
15	6,0	5,9	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	**6,3**	6,3	6,3	6,4
																												6,2

pH-Tabelle von Fleisch, das bei +1° C und bei 80% relativer Feuchtigkeit aufbewahrt wurde.

Tabelle 3.

Vers.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30. Tag
1	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	**6,3**	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	
2	6,4	6,3	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	**6,4**	6,5	6,6	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9									
3	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	**6,2**	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5						
4	5,9	6,0	6,0	5,9	6,0	6,1	6,1	6,2	6,3	**6,3**	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,6	6,6	6,7	6,8	6,7	6,8	6,8					
5	6,2	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	**6,2**	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	**6,4**	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5					
6	6,7	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	**6,8**	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0																
7	6,6	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	**6,8**	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	7,1	7,1															
8	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	**6,3**	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4		
9	6,7	6,7	6,7	6,8	**6,8**	6,8	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1																
10	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	**6,3**	6,3	6,3	6,4			
11	6,5	6,5	6,6	6,6	6,6	**6,7**	6,8	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,1																
12	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	**6,3**	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5	6,6	6,6										
13	6,1	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	**6,3**	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5		
14	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	**6,2**	6,3	6,3	6,3						
15	6,0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	**6,5**	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,7	6,8								

pH-Tabelle von Fleisch notgeschlachteter und kranker Tiere, das bei +1° C und 80% relativer Luftfeuchtigkeit aufbewahrt wurde.

6. Versuch.

Notschlachtung nach dem Kalben. Metritis, Pericarditis, ret. sec., mangelhafte Ausblutung.

Am 7. Tage schmieriger Belag, stechender Geruch, genußuntauglich bei pH 6,8.

7. Versuch.

Notschlachtung. Pericarditis traumatica. Abszesse in der Leber.

Am 7. Tage klebriger, grauer Belag, ziemlich trocken, genußuntauglich bei pH 6,8.

8. Versuch.

Notschlachtung nach Schwergeburt, blutige Durchtränkung des Beckenbindegewebes, gute Ausblutung.

Am 22. Tage grauweißer Schleier, genußuntauglich bei pH 6,3.

9. Versuch.

Notschlachtung. Mastitis acuta, Septikämie, schlechte Ausblutung, Fleisch keimhaltig.

Am 5. Tage schmieriger Belag, unangenehmer Geruch, das Fleisch ist mürbe schmierig, genußuntauglich bei pH 6,8.

10. Versuch.

Normale Schlachtung, beiderseitige Pyelonephritis, Pyometra. Kochprobe gut.

Am 25. Tage grauweißer, trokkener Schleier, genußuntauglich bei pH 6,3.

11. Versuch.

Notgeschlachtet eingeführt. Panaritium an den Hinterfüßen, Abszesse unter der Zunge, mangelhafte Ausblutung.

Am 6. Tage feuchter Belag, schmierig und unangenehm riechend auf der Schnittfläche, genußuntauglich bei pH 6,7.

12. Versuch.

Notschlachtung. Pneumonie.

Am 10. Tage weißer Belag, unangenehmer Geruch, genußuntauglich bei pH 6.3.

13. Versuch.

Tuberkulose, Lunge, Leber, Darm, Brustfell, Bauchfell, rechte Bugdrüse.	Am 20. Tage grauweißer Schleier, aber trocken, genußuntauglich bei pH 6,3.

14. Versuch.

Tuberkulose, Lunge, Leber, Darm, Brustfell, Bauchfell, Euter.	Am 21. Tage grauweißer Schleier, genußuntauglich bei pH 6,2.

15. Versuch.

Tuberkulose, Lunge, Leber, Darm, Brustfell.	Am 14. Tage grauer Belag, unangenehmer Geruch, genußuntauglich bei pH 6,5.

3. Versuchsreihe.

In einer weiteren Versuchsreihe sollte festgestellt werden, wann die größte Säuerung unter den örtlichen Verhältnissen erreicht wird. Ich untersuchte zu diesem Zwecke 20 Tiere, die im Schlachthof zu Bochum geschlachtet waren. Es handelte sich um Tiere mittlerer Qualität und mittleren Alters.

Abgesehen von bedeutungslosen Organkrankheiten waren die Tiere vollständig gesund gewesen. Die zu untersuchenden Proben wurden stets aus dem ganzen Tierkörper genommen. Bei allen Tieren wurde sogleich nach der Schlachtung der pH-Wert festgestellt. Er betrug durchschnittlich 6,8.

10 Tiere der ersten Abteilung wurden 20 Stunden in der Vorkühlhalle gehalten (also bei + 4—10° C). Es wurde nach dieser Zeit ein Durchschnitts-pH-Gehalt von 6,0 festgestellt, der sich dann im Kühlhaus die ersten Tage unverändert hielt. 10 weitere Tiere verblieben 10 Stunden in der Vorkühlhalle und kamen dann in den Vorkühlraum (+ 1° C). Nach 10stündigem Aufenthalt im Vorkühlraum wurde die Untersuchung vorgenommen. Es wurde eine Durchschnitts-pH von 6,1—6,2 wahrgenommen, die in den nächsten 3—4 Tagen auf durchschnittlich 6,0 sank.

Einfluß der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit auf den pH-Wert.

Von mir wurden ständig mittels Fernthermometer und Hydrometer Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt in den Unter-

suchungsräumen kontrolliert. Es stellte sich jedoch heraus, daß die Temperatur und die relative Feuchtigkeit, abgesehen von minimalen Schwankungen von einem Tag zum andern, kaum Unterschiede zeigten. Es schwankten allerdings die Kurven innerhalb eines Tages, und zwar hing dies mit den Zeiten der Kühlhausöffnung zusammen. Ein Einfluß dieses Wechsels auf die Wasserstoffionenkonzentration konnte an Hand meiner Untersuchungen nicht festgestellt werden.

Auswertung der Versuche.

Aus der Tabelle *2* ergibt sich, daß der pH-Wert am 1. Tage des Kühlhausaufenthaltes durchschnittlich 6,0 betrug. Weiterhin ist zu erkennen, daß das Maximum der Säuerung bei diesem Fleisch mit dem 1. Tag erreicht war, abgesehen von 5 Fällen, wo die pH-Zahl am 3. und sogar am 4. Tag noch auf 5.9 sank. Nach 4 Wochen betrug die pH bei dem für den menschlichen Genuß noch voll tauglichen Fleisch durchschnittlich 6.17.

In Versuch 1, *2*, 3, 8 und 14 zeigten sich an dem Kühlhausfleisch Zersetzungserscheinungen. Der pH-Gehalt betrug bei diesem Material bei Auftreten der Veränderungen 6,3 bzw. 6,3, 6,2, 6,3. Die Wasserstoffionenwerte waren jedoch in allen Fällen bereits mehrere Tage vorher auf 6,2 abgestiegen, bis die Zersetzung grobsinnlich feststellbar war. Eine Erklärung für das frühe Verderben dieses Fleisches vermag ich nicht zu geben, da ich von den Befunden bei der Schlachtung und Lebendbeschau keine Kenntnis habe. Vielleicht spielt jedoch eine Rolle, wie die Tiere nach dem Schlachten behandelt wurden. Für den Grad der Wasserstoffionenkonzentration ist es ausschlaggebend, welchen Temperaturen die Schlachttiere nach dem Schlachten ausgesetzt werden. Warme Temperatur beschleunigt die anfängliche Säuerung des Fleisches. Andererseits wächst die Säuerung auch bei Kühlung noch weiter, da das Fleisch in ganzen Vierteln erst nach 48 Stunden die umgebende Temperatur vollständig angenommen hat, und somit durch die Kältewirkung erst nach dieser Zeit die Säuerung verlangsamt wird, während sie allerdings oberflächlich schon gehemmt ist. Infolgedessen wies auch Fleisch, das laut Versuchsreihe 3 20 Stunden nach dem Schlachten im Vorkühlraum bei + 4° — 10° C gehalten wurde, eine Säuerung von 6,0 auf, während Fleisch, das nur 10 Stunden bei + 4° — 10° C und dann 10 Stunden bei + 1° C gehalten wurde, eine Säuerung von 6,2 hatte. Die Säuerung geht hier langsam weiter. Die größte Säuerung war manchmal erst nach 3 oder sogar nach 4 Tagen festzustellen. Es ist anzunehmen, daß dieses langsam auf tiefste Säuerung gebrachte Fleisch eine längere Haltbarkeitsdauer hat als Fleisch, das mit maximaler Säuerung ins Kühlhaus gebracht wurde. Hiermit wird m. E.

zusammenhängen, daß 5 Proben des Versuches 2 der schnelleren Zersetzung anheimfielen.

Bei Gegenüberstellung der Tabelle 2 und 3 fällt auf, daß die pH-Werte bei den notgeschlachteten bzw. kranken Tieren bedeutend höher liegen als bei den gesunden. Die Anfangswerte 24 Stunden nach dem Schlachten lagen teilweise sogar über 6,5. Es lassen sich jedoch keinerlei Schlüsse ziehen, da bei einigen Proben auch die gewöhnlichen Werte von 5,9 bzw. 6,0 bzw. 6,1 vorhanden waren.

Die Fleischstücke haben sich, trotzdem sie bezüglich Vorkühlung usw. der gleichen Behandlung unterzogen wurden, sehr verschieden gehalten. Das Fleisch mit einer hohen Anfangs-pH-Zahl von 6,4 und höher verdarb nach durchschnittlich 7 Tagen der Kühlhausaufbewahrung. Bei diesem Fleisch konnte schon von Anfang an eine herabgesetzte Haltbarkeit festgestellt werden. Das frühere Auftreten von Zersetzungserscheinungen war lediglich durch die niedrige Temperatur eine gewisse Zeit gehemmt.

Wenn der 24 Stunden nach dem Schlachten gemessene pH-Wert über 6,4 lag, so war an derartigem Fleisch nachher immer eine verminderte Haltbarkeit festzustellen (Tabelle 3). Andererseits konnte ich auch an gewissen Fleischproben mit einem als normal zu bezeichnenden pH-Gehalt mäßige Haltbarkeit feststellen. So war in den Versuchen 1, 3, 4, 15 die Haltbarkeit vermindert, trotzdem eine genügend tiefe Säuerung vorhanden war. Es erwies sich also, daß pH-Werte über 6,4 stets auf eine verminderte Haltbarkeit hindeuten, daß aber trotzdem auch Fleisch mit einem normalen pH-Gehalt später schnell in Zersetzung übergehen kann.

Die pH-Werte, bei denen sich die Zersetzungen zeigten, waren sehr verschieden; eine bestimmte Grenze für die Genußtauglichkeit läßt sich in pH-Werten nicht angeben. Die Wasserstoffionenkonzentration kann lediglich richtunggebend sein. Für Fleisch, das nach dem Schlachten eine genügende Säuerung erfahren hat, also einen pH-Wert von ca. 6,0 aufwies, lag die Grenze durchschnittlich bei 6,3, während für Fleisch, das 24 Stunden nach dem Schlachten einen pH-Wert von über 6,4 hatte, sich erst bei höheren Graden die Zersetzung bemerkbar machte. Bei den Proben 3 und 14 der Tabelle 3 zeigte sich am 13. bzw. 21. Tage beginnende Zersetzung. Die Wasserstoffionenkonzentration betrug 6,2. Diese Werte stiegen allerdings 24 bzw. 48 Stunden später auf 6,3. Sie hatten 24 Stunden nach der Schlachtung 6,1 bzw. 5,9 betragen.

Bei Gegenüberstellung von Haltbarkeit des Fleisches und Schwere der Erkrankung kann man mittels Tabelle 4 feststellen, daß die Haltbarkeit geringer ist, je schwerer die Erkrankung ist. Die Versuche 13, 14, 15 bestätigen weiter die Feststellung Andrjewskis (1), daß das Fleisch von tuberkulösen Tieren eine verminderte Haltbarkeit gegenüber Fleisch von gesunden Tieren hat.

Zusammenfassung.

1. Das Fleisch von gesunden Tieren ist nach sachgemäßer Vorbehandlung, bei einer Temperatur von + 1 ° C und 80% relativer Feuchtigkeit aufbewahrt, 4 Wochen lang gut haltbar.

2. Die Wasserstoffionenkonzentration beträgt bei Kühlhausfleisch 24 Stunden nach der Schlachtung durchschnittlich 5,9 bis 6,0. Der Wert steigt langsam auf ca. 6,2.

3. In Zersetzung übergehendes Fleisch hatte einen pH-Wert von 6,3; jedoch betrug er in einigen Stücken nur 6,2.

4. Die Wasserstoffionenkonzentration kann zur Beurteilung der Haltbarkeit von Fleisch richtunggebend sein: Fleisch, das 24 Stunden nach der Schlachtung einen pH-Wert von über 6,4 hat, wird früh in Zersetzung übergehen. Andererseits kann jedoch auch Fleisch mit normalem pH-Wert unter Umständen eine verminderte Haltbarkeit aufweisen.

5. Das Verfahren nach Michaelis-Walpole eignet sich sehr gut zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration.

SCHRIFTTUM-VERZEICHNIS.

1. Andrjewski, P.: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Z. Inf. Krkh. Haustiere **32**, 89 (1928).
2. Beller, Wedemann und Priebe: Untersuchungen über den Einfluß der Kühlhauslagerung bei Hühnereiern. Z. Fleisch- u. Milchhyg. **44**, Anhang, Sonderheft (1934).
3. Bleckmann, H.: Die Wasserstoffionenkonzentration — pH — der Hasen- und Rehmuskulatur und die Bedeutung dieser Größe für die Wildbretuntersuchung. Diss. Gießen 1936.
4. Bongert, J.: Veterinäre Lebensmittelüberwachung. Berlin 1930. Verlag Richard Schoetz.
5. Brochert, L.: pH-Zahl und Fleischbeurteilung. Rev. gen **39**, 465—467 (1930). Ref.: Iber. Vet. med. **50**, 1925 (1930).
6. Camus, I. P. E.: Schwankungen des pH-Wertes des Fleisches in Metzgereien. Paris. Diss. 1928. Jber. Vet. med. **48**, 1195 (1928).
7. Claußen: Über die Wasserstoffionenkonzentration in Leber und Niere des Schweines. Z. Inf. Krkh. Haustiere **43**, 126 (1933).
8. Fooy, I. P.: Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration als Mittel zur Beurteilug des Fleisches. Tijdschr. Diergeneeskunde **58**, 190 (1931). Ref.: Z. Fleisch- u. Milchhyg. **41**, 377 (1931).
9. — Hat die Wasserstoffionenkonzentration Einfluß auf den Keimgehalt des Fleisches? Tijdschr. Diergeneeskunde **59**, 719 (1932). Ref.: Z. Fleisch- u. Milchhyg. 43, 258 (1933).
10. Frei, W. und Amherdt, Th.: Beiträge zur Kenntnis der Leichenveränderungen bei Haustieren. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilkunde **44**, 303 (1918).
11. Geiger: Zur Bewertung der Wasserstoffionenkonzentration für die Untersuchung animalischer Lebensmittel und Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration von Rinder-Eutern. Diss. Gießen 1936.
12. Graveninger: Die Bedeutung des Keimgehaltes und der Wasserstoffionenkonzentration für die Beurteilung der Wurst. Z. Vet. kde. **46**, **205** (1934).
13. Grüttner, F.: Über die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration als Hilfsmittel für die Beurteilung des Fleisches. Z. Inf. Krkh. Haustiere **36**, 287 (1929).
14. — Fleischbeschau und Haltbarkeit des Fleisches. Berl. tierärztl. Wschr. **45**, 220 (1929).
15. van Harrevelt: Referat in: Z. Fleisch- u. Milchhyg. **12**, 330 (1901).
16. Herzner und Mann: Studien über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Z. Unters. Nahrgsmitt. usw. 1926, 215.
17. Hintersatz: Über die Wasserstoffionenkonzentration in Fischfleisch und ihre Bedeutung für die Feststellung der beginnenden Fäulnis. Berl. tierärztl. Wschr. 1931, 590.
18. Höckl, J.: Über die Wasserstoffionenkonzentration im Hinblick auf ihren Wert bei der praktischen Fleischbeurteilung. Dtsch. Schlachthofztg. 1932, 269.
19. Höll, K.: Indikatorpapierfolien. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1935, 289.

20. Kallert, E.: Die Konservierung von Fleisch durch das Gefrierverfahren. Berlin 1926. Verlag Richard Schoetz.
21. Lenfeld, J.: Untersuchung und Beurteilung des Fleisches bei Notschlachtungen. Z. Inf. Krkh. Haustiere **35**, 303 (1929).
22. — Zur Charakteristik der postmortalen Veränderungen des Fleisches gesunder, kranker und verendeter Tiere. Z. Inf. Krkh. Haustiere **36**, 44 (1930).
23. Makarytscheff: Wirkung niedriger Temperaturen auf chemofermentative Prozesse im ungereiften Fleisch. Berl. tierärztl. Wschr. 1931, 523.
24. — Der Versuch einer biochemischen Fleischuntersuchung nach der Methode von Andrjewski. Z. Inf. Krkh. Haustiere **37**, 52 (1930).
25. — Einige Daten über Kamelfleisch. Z. Fleisch- u. Milchhyg. **41**, 181 u. 205 (1931).
26. Meßner, H.: Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis in der praktischen Lebensmittelkontrolle. Prag. Arch. Tiermed. 1928. Ref.: Z. Fleisch- u. Milchhyg. **39**, 69 (1928).
27. Naumann, E.: Ein einfaches Stufenkolorimeter zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentrationen. Jber. Vet. med. **53**, 377 (1933).
28. von Ostertag, R.: Lehrbuch der Schlachtvieh- und Fleischbeschau. Stuttgart 1932. Verlag von Ferdinand Enke.
29. van Oyen, C. F.: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, pH., des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe für die Beurteilung des Fleisches. Z. Fleisch- u. Milchhyg. **43**, 429 u. 449 (1933).
30. Patotti, C.: Die Bestimmung des Zustandes beginnender Fäulnis von Rindfleisch. Istih. di. Jg. Univ. Modena. Ref.: Jber. Vet. med. 1934, 297.
31. Poluektoff, A. M.: Die Anwendung der biochemischen Methode von Andrjewski zur Feststellung der Unverdorbenheit des Fischfleisches. Z. Fleisch- u. Milchhyg. **43**, 121 (1933).
32. Postma, C.: Die pH-Bestimmungen in Fleischsäften. Z. Fleisch- u. Milchhyg. **44**, 182 u. 206 (1934).
33. Schmidt, Fr.: Die aktuelle Reaktion beginnender Fleischfäulnis. Arch. Hyg. **100**, 377 (1928).
34. Scholemann, P.: Untersuchungen über die Verwendbarkeit der pH-Bestimmungen zur Beurteilung der Haltbarkeit des Fleisches in der Fleischbeschau. Diss. Hannover 1936.
35. Schönberg, F.: Die Untersuchung von Tieren stammenden Lebensmitteln. Berlin 1932. Verlag Richard Schoetz.
36. — Die Bedeutung der neuen Anlage 4 zu den BBA.: gleichzeitig einige Bemerkungen zur Beurteilung notgeschlachteter Tiere unter Verwertung der pH-Messung im Fleisch. Berl. Tierärztl. Wschr. 1936, 159.
37. Schoon, I. G.: Kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration in Fleischextrakten und der Wert dieser Bestimmung für die Beurteilung des Fleisches kranker Tiere. Diss. Utrecht 1931.
38. Schoon und Ooms: Untersuchungen über den Säuregrad des Fleisches von gesunden und kranken Tieren. Tijschr. Diergeneeskunde **60**, 393 (1933). Ref.: Jber. Vet. med. **54**, 293 (1933).
39. Tillmanns und Mildner: Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Z. Unters. Lebensmittel **32**, 65 (1916).
40. Walkiewicz, W.: Eine einfache Methode zum Nachweis der Fleischfäulnis. Z. Fleisch- u. Milchhyg. **46**, 171 (1936).

LEBENSLAUF.

Am 4. März 1912 wurde ich als Sohn des Grubenbeamten Friedrich Reuber zu Langendreer Kr. Bochum geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule und neunjährigem Besuch des Reformrealgymnasiums zu Bochum-Langendreer studierte ich ab Sommersemester 1931 an der Tierärztlichen Hochschule zu Hannover Veterinärmedizin. Ein Semester, das Wintersemester 34/35, verbrachte ich an der Universität München. Nach dem Schlußsemester in Hannover bestand ich dort am 6. 1. 1936 das tierärztliche Staatsexamen. Den dreimonatigen Kursus in der praktischen Fleischbeschau und Lebensmitteluntersuchung legte ich am Städtischen Schlachthof zu Bochum ab und war dann ein halbes Jahr als Assistent und Vertreter in der tierärztlichen Praxis tätig. Vom 14. Oktober bis 13. Dezember 1936 diente ich als Freiwilliger beim Heer.

Am Schlusse der Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. S t a n d f u ß für Stellung des Themas und für die gegebenen Ratschläge und mannigfache Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Gleichzeitig danke ich auch Herrn Schlachthofdirektor Dr. R o g g e für sein großes Interesse, mit dem er meine Arbeit verfolgte und insbesondere Herrn Stadttierarzt Dr. S c h ü t t, der mich stets hilfsbereit mit Rat und Tat unterstützte.